

SURFACE REPRODUCTION TYPE OPTICAL RECORDING MEDIUM**Publication number:** JP2002050043**Publication date:** 2002-02-15**Inventor:** TAKAHASHI KOYATA; KATAYAMA KOJI; NISHIZAWA
KEIICHIRO**Applicant:** TOSOH CORP**Classification:****- international:** G11B7/241; G11B7/004; G11B7/125; G11B7/24;
G11B7/254; G11B7/257; G11B11/105; G11B7/00;
G11B7/125; G11B7/24; G11B11/00; (IPC1-7):
G11B7/004; G11B7/125; G11B7/24; G11B11/105**- European:****Application number:** JP20010157412 20010525**Priority number(s):** JP20010157412 20010525; JP20000161094 20000526**Report a data error here****Abstract of JP2002050043**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface reproduction type optical recording medium showing high reliability in a continuous recording test and good recording and reproducing characteristics and suitable for near field recording. **SOLUTION:** In the surface reproduction type optical recording medium, recording and reproducing is performed with a laser beam by using an optical head having >1 numerical aperture NA and floating at $\leq \lambda/4$ height above the medium surface, wherein λ is the wavelength of the laser beam. The medium has at least a recording layer and a transparent resin protective layer having the refractive index n_p larger than NA on the substrate. The diameter of the laser beam on the medium surface is controlled to $\geq 1.5 \mu\text{m}$ and $\leq 30 \mu\text{m}$.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-50043
(P2002-50043A)

(43)公開日 平成14年2月15日(2002.2.15)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
G 1 1 B 7/004		C 1 1 B 7/004	Z 5 D 0 2 9
7/125		7/125	B 5 D 0 7 5
7/24	5 3 3	7/24	5 3 3 K 5 D 0 9 0
	5 3 4		5 3 4 E 5 D 1 1 9
			5 3 4 F
審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 17 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号	特願2001-157412(P2001-157412)	(71)出願人	000003300 東ソー株式会社 山口県新南陽市開成町4560番地
(22)出願日	平成13年5月25日(2001.5.25)	(72)発明者	高橋 小弥太 神奈川県相模原市大野台2-13-17
(31)優先権主張番号	特願2000-161094(P2000-161094)	(72)発明者	片山 晃治 神奈川県大和市深見3409-1
(32)優先日	平成12年5月26日(2000.5.26)	(72)発明者	西澤 恵一郎 神奈川県横浜市保土ヶ谷区東川島町34-17
(33)優先権主張国	日本(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 表面再生型光記録媒体

(57)【要約】

【課題】 連続記録試験で高い信頼性を示し、良好な記録再生特性が得られる近接場記録に適した表面再生型光記録媒体を提供する。

【解決手段】 表面に開口率NAが1を超える光学ヘッドをレーザービームの波長λに対してλ/4以下の高さで浮上させながらレーザービームにより記録再生を行う表面再生型光記録媒体で、基板上に少なくとも記録層および屈折率n_pがNAより大きい透明樹脂保護層を有し、媒体表面でのレーザービームの直径が1.5μm以上30μm以下とする。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面に開口率NAが1を超える光学ヘッドをレーザービームの波長 λ に対して $\lambda/4$ 以下の高さで浮上させながらレーザービームにより記録再生を行う表面再生型光記録媒体で、基板上に少なくとも記録層および屈折率 n_p がNAより大きい透明樹脂保護層を有し、媒体表面でのレーザービームの直径が $1.5\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする表面再生型光記録媒体。

【請求項2】 透明樹脂保護層の膜厚が λ/NA^2 以上であることを特徴とする請求項1に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項3】 記録領域の透明樹脂保護層の膜厚 Δt を $\Delta t \leq \lambda/NA^2$ であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項4】 記録層と透明樹脂保護層との間に、屈折率がNAより0.4以上大きい誘電体層を設けたことを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項5】 誘電体層の膜厚が λ/NA^2 未満であることを特徴とする請求項4に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項6】 誘電体層の屈折率が媒体表面に向かって段階的あるいは連続的に下がることを特徴とする請求項4または請求項5に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項7】 透明樹脂保護層の上に、媒体表面からのレーザー反射光を低減するための整合層を設けたことを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項8】 整合層の屈折率がNA以上であり、整合層の最上層から透明樹脂保護層側に向かって屈折率が段階的あるいは連続的に上がっていることを特徴とする請求項7に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項9】 整合層の屈折率がNA以上であり、整合層の最上層から透明樹脂保護層側に向かって、屈折率が段階的あるいは連続的に上がった後、再び屈折率が段階的あるいは連続的に下がっていることを特徴とする請求項7に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項10】 整合層の一部または全部が透明な樹脂で構成されることを特徴とする請求項7～9のいずれか1項に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項11】 整合層の透明樹脂に粒径 $0.05\mu\text{m}$ 以下の無機超微粒子が含まれていることを特徴とする請求項10に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項12】 媒体表面が、液体潤滑層からなることを特徴とする請求項1～11のいずれか1項に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項13】 媒体表面が、フッ素系潤滑剤またはフッ素系界面活性剤を含む透明樹脂保護層からなることを

特徴とする請求項1～12のいずれか1項記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項14】 媒体表面が、フッ素系潤滑剤またはフッ素系界面活性剤を含む整合層からなることを特徴とする請求項1～13のいずれか1項に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項15】 基板表面にランドとグルーブとが存在することを特徴とする請求項1～14のいずれか1項に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項16】 ランドの幅/グルーブの幅(半値幅比)が0.5～1.5であることを特徴とする請求項15に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項17】 基板上的グルーブの深さ d_g が、透明樹脂保護層の屈折率を n_{oc} としたとき、 $\lambda/(14n_{oc}) \leq d_g \leq \lambda/(5n_{oc})$ であることを特徴とする請求項15に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項18】 表面に開口率NAが1を超える光学ヘッドをレーザービームの波長 λ に対して $\lambda/4$ 以下の高さで浮上させながらレーザービームにより記録再生を行う表面再生型光記録媒体で、基板上に少なくとも記録層および屈折率 n_p がNAより大きい透明樹脂保護層を有し、前記透明樹脂保護層に粒径 $0.05\mu\text{m}$ 以下の無機超微粒子が含まれていることを特徴とする表面再生型光記録媒体。

【請求項19】 無機超微粒子が透明導電微粒子であることを特徴とする請求項18に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項20】 無機超微粒子が酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、炭化珪素、酸化ベリリウムまたはダイヤモンドであることを特徴とする請求項18に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項21】 表面に開口率NAが1を超える光学ヘッドをレーザービームの波長 λ に対して $\lambda/4$ 以下の高さで浮上させながらレーザービームにより記録再生を行う表面再生型光記録媒体で、基板上に少なくとも記録層、誘電体層および屈折率 n_p がNAより大きい透明樹脂保護層をこの順に積層した表面再生型光記録媒体で、前記誘電体層の屈折率 n_d が2.4以上であることを特徴とする表面再生型光記録媒体。

【請求項22】 誘電体層が、 ZnS 、 Nb_2O_5 、 TiO_2 の中から選ばれた一種以上の物質で構成されることを特徴とする請求項21に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項23】 誘電体層が、概ね $(MA)_1(MB)_2O_6$ で表わされる組成の物質で、MAはMg、Ca、Sr、Baの中から選ばれた一種以上の物質で、MBはV、Nb、Taの中から選ばれた一種以上の物質で構成されることを特徴とする請求項21に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項24】 誘電体層が、ペロブスカイト化合物あ

るいはペロブスカイト化合物を重量比で80%以上含有する材料で構成されることを特徴とする請求項21に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項25】 表面に開口率NAが1を超える光学ヘッドをレーザービームの波長 λ に対して $\lambda/4$ 以下の高さで浮上させながらレーザービームにより記録再生を行う表面再生型光記録媒体で、基板表面にランドとグループとが存在し、基板上に少なくとも記録層および屈折率 n_p がNAより大きい透明樹脂保護層を有し、前記透明樹脂保護層表面でのランドとグループの段差が $\lambda/30$ 以下であることを特徴とする表面再生型光記録媒体。

【請求項26】 ランドの幅/グループの幅(半値幅比)が0.5~1.5であることを特徴とする請求項25に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項27】 グループの幅が、ランドの幅より広いことを特徴とする請求項25に記載の表面再生型光記録媒体。

【請求項28】 基板上のグループの深さ d_g が、透明樹脂保護層の屈折率を n_{oc} としたとき、 $\lambda/(14n_{oc}) \leq d_g \leq \lambda/(5n_{oc})$ であることを特徴とする請求項25~27のいずれか1項に記載の表面再生型光記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は記録可能な光記録媒体の中で特に媒体表面から光を入射して記録再生する表面再生型光記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】光記録媒体は、大容量・高密度記録が可能な記録媒体であり、近年のマルチメディア化に伴うコンピュータの大容量ファイルや動画を記録するメディアとして需要が急増しつつある。

【0003】光記録媒体は、一般にプラスチック等の透明な円盤状の基板に記録層を含む多層膜を形成し、レーザーを照射して記録あるいは消去を行い、レーザーの反射光で再生する。光記録媒体には、光磁気記録媒体や相変化記録媒体のように書換が可能なイレーサブルと、CD-Rのように一回だけ書き込み可能なライトワンスがある。

【0004】光磁気記録媒体は、従来、固定磁界を加えて消去した後、反対方向の固定磁界を加えて記録するいわゆる光変調記録が中心であったが、近年、レーザーを照射しながら、磁界を記録パターンに従って変調させる磁界変調方式が、1回転で記録(ダイレクトオーバーライト)可能でしかも高記録密度になっても正確に記録できる方式として注目を浴びている。

【0005】相変化記録媒体は、光変調記録によりダイレクトオーバーライト可能で、CDやDVDと同じ光学系で再生可能なため近年著しく伸びてきている。また、ライトワンスのCD-Rは、CDとの完全な互換性がある

ために、広く一般に普及している。

【0006】光記録媒体の記録密度向上の手段として、従来は、単なる案内溝であったグループと記録領域であったランドとの両方に記録するランド/グループ記録方式が注目されている(光メモリシンポジウム'94 Technical Digest p.41 (1994)、Jpn. J. Appl. Phys. Vol.37 p.2144 (1998))。

【0007】この方式では、ランドとグループの幅がほぼ等しく、レーザー波長のほぼ $1/6$ の光学深さとするか、あるいはレーザー波長のほぼ $1/8$ の光学深さと再生時にランドとグループで位相を独立して調整することによりクロストークの小さな再生を可能とする。

【0008】また、記録再生のためのレーザーは、従来、基板を通して記録膜に照射されていた。最近、光学ヘッドを記録膜に近付けて記録再生する、いわゆる、近接場光記録が高密度化の手段として注目されている(Appl. Phys. Lett. 68, p.141 (1996))。この記録方法ではSolid Immersion Lens(以下SILと略す)ヘッドを使用しレーザービームスポットサイズを縮小することにより、光源のレーザー波長(λ)によって決まる従来の記録限界($\sim \lambda/2NA$: NAは対物レンズの開口数)より短いマークでの再生が可能であり、超高記録密度の記録再生が実現できる。

【0009】この近接場光記録では光学ヘッドを記録媒体に近付ける必要があるために(200nm以下)、従来の光磁気記録媒体のように基板を通して記録膜にレーザービームを照射するのではなく、基板を通さずに直接記録膜にレーザービームを照射する方法を用いる(表面読み出し型記録)。この際、記録膜とSILヘッドを近付けるために浮上式のスライダヘッドを利用することが提案されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明者らは、上述のようなSILを用いた近接場光記録媒体を製造して記録再生の連続試験を試みたが、長時間記録を続けるとSILヘッドに異物が付着して記録再生が継続できなくなる現象がみられた。

【0011】また、ランド/グループ記録方式で記録再生を行ったところ、グループの媒体表面がランドの媒体表面に比べてグループ深さ分だけ光学ヘッドから遠いために、グループ上では、臨界角をこえるレーザー光線は全反射されやすくなって集光が悪くなり、その結果、グループの記録再生特性がランドの記録再生特性に比べて悪化してしまう。

【0012】本発明の目的は、連続記録試験で高い信頼性を示し、良好な記録再生特性が得られる近接場光記録に適した光記録媒体を提供することである。

【0013】また、本発明の他の目的は、ランド／グループ記録方式においても、十分な記録再生特性が得られる光記録媒体を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明者らは上述のような現状に鑑み、鋭意検討を重ねた結果、SILレンズ下面および媒体表面ではパワー密度が著しく高いため、レーザーを吸収する異物や欠陥が媒体表面あるいはSILレンズ下面の光路上にあれば異常に昇温し異物が発生すると考えて媒体構造について鋭意検討を重ね、記録層の上に屈折率 n_p がNAより大きい透明樹脂保護層を設け媒体表面でのレーザービームの直径を $1.5\mu\text{m}$ 以上とすることで、本発明を完成するに至った。

【0015】すなわち、本発明は、基板上に少なくとも記録層および屈折率 n_p がNAより大きい透明樹脂保護層を有し、表面に開口率NAが1を超える光学ヘッドをレーザービームの波長 λ に対して $\lambda/4$ 以下の高さに浮上させながらレーザービームにより記録再生を行う表面再生型光記録媒体で、媒体表面でのレーザービームの直径が $1.5\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする表面再生型光記録媒体である。なお、本発明の光磁気記録媒体や相変化記録媒体では、上記記録層の上に屈折率がNAより0.4以上大きい誘電体層を設け、その上に上記透明樹脂保護層を設けることが好ましい。

【0016】また、本発明は、表面に開口率NAが1を超える光学ヘッドをレーザービームの波長 λ に対して $\lambda/4$ 以下の高さに浮上させながらレーザービームにより記録再生を行う表面再生型光記録媒体で、基板上に少なくとも記録層および屈折率 n_p がNAより大きい透明樹脂保護層を有し、前記透明樹脂保護層に粒径 $0.05\mu\text{m}$ 以下の無機超微粒子が含まれていることを特徴とする表面再生型光記録媒体である。

【0017】また、本発明は、表面に開口率NAが1を超える光学ヘッドをレーザービームの波長 λ に対して $\lambda/4$ 以下の高さに浮上させながらレーザービームにより記録再生を行う表面再生型光記録媒体で、基板上に少なくとも記録層、誘電体層および屈折率 n_p がNAより大きい透明樹脂保護層をこの順に積層した表面再生型光記録媒体で、前記誘電体層の屈折率 n_d が2.4以上であることを特徴とする表面再生型光記録媒体である。

【0018】さらに、本発明は、表面に開口率NAが1を超える光学ヘッドをレーザービームの波長 λ に対して $\lambda/4$ 以下の高さに浮上させながらレーザービームにより記録再生を行う表面再生型光記録媒体で、基板表面にランドとグループとが存在し、基板上に少なくとも記録層および屈折率 n_p がNAより大きい透明樹脂保護層を有し、前記透明樹脂保護層表面でのランドとグループの段差が $\lambda/30$ 以下であることを特徴とする表面再生型光記録媒体である。

【0019】以下、本発明を図面により説明する。

【0020】図1は、本発明の表面再生型光記録媒体の一実施態様で、SILヘッド16が浮上する状態の断面模式図を示す。基板11上に記録層12、誘電体層13、透明樹脂保護層14が積層されている。対物レンズ（図示していない）からSILヘッド16に入射したレーザービーム17は、エアギャップ15を通して媒体表面に達する。

【0021】SILヘッド16（開口率をNA、屈折率を n_{SIL} とする）の下面で臨界角（ $\sin^{-1}(1/n_{\text{SIL}})$ ）を超えるレーザー光線は、エアギャップ15をおよそ波長の $1/4$ 以内に保つことにより近接場により媒体表面に達する。

【0022】媒体表面に達したレーザービーム17は、透明樹脂保護層14、誘電体層13を通じて記録層12に達し、焦点18を結ぶ。本発明では、図3に示すように媒体表面でのレーザービーム17の直径 $L2$ （図中37）は、スネルの法則から、誘電体（屈折率 n_2 、膜厚 d_2 ）と透明樹脂保護層（屈折率 n_3 、膜厚 d_3 ）の界面でのレーザービーム17の直径 $L1 = 2d_2 \cdot \tan(\sin^{-1}(NA/n_2))$ を用いて、 $L2 = L1 + 2d_3 \cdot \tan(\sin^{-1}(NA/n_3))$ と定義する。ここで、焦点18ではレーザービーム17の大きさは、概ね λ/NA の値となり、深さ方向にも概ね λ/NA^2 程度の広がりがあると言われているが、本発明では、上記のように記録層上面に点状の焦点を持ち、媒体表面での誘電体、透明樹脂保護層、エアギャップ、SILヘッドの構成により一義的に決まる幾何学的な大きさ $L2$ を、媒体表面でのレーザービームの直径とした。

【0023】 $\lambda/NA < L2$ であれば、この値は、実質的な直径と一致すると考えてよい。グループで λ/NA の大きさまで集光するには媒体表面でのランドとグループの凹凸を $\lambda/30$ 以下まで平坦にすることが好ましい。

【0024】なお、本発明で光学ヘッドとは、半球状のいわゆるSILの他に、超半球SIL、反射ミラーを内蔵したSIM（Solid Immersion Mirror）などSILと同様に近接場を用いてNAが1より大きくなるように集光する形態のレンズを有する光学ヘッドである。

【0025】図2は、従来の表面再生型光記録媒体の一例で、SILヘッドが浮上する状態の断面模式図を示す。従来は、 $\lambda/NA > L2$ であったためにレーザービームの焦点はSILヘッド下面の27にあると同等と考えられ、 λ/NA のレーザービームが近接場により媒体表面から記録層22に達しており、媒体表面でのレーザービームの直径は概ね λ/NA となった。

【0026】本発明の媒体では、誘電体層、透明樹脂保護層の屈折率、膜厚を調整することで媒体表面でのレーザービームの直径を $1.5\mu\text{m}$ 以上とすることが可能で、そのため媒体表面でのパワー密度が下がり、異物や

欠陥などのレーザーパワーによる異常な昇温を防止することができる。

【0027】本発明の媒体に記録再生を行うシステムとしては、図8に示すように光学ヘッドの下面に $60\mu\text{m}$ 以下の大きさで概ね円形あるいは長円形で中心が概ね光学ヘッドの中心と一致する凸部88を有し、レーザービームの焦点が記録層82と λ/NA^2 以下の距離にあり、保護層84の膜厚による収差が対物レンズやSILレンズの形状などの光学系の修正により補正されていることが好ましい。

【0028】凸部88を形成することで、光学ヘッドや媒体の傾きがあっても光学ヘッドの光路にあたる部分が媒体に接触する危険性が減る。このような光学ヘッドにより記録再生を行うためには、凸部88にレーザー光を通すことが必要で、さらに、トラッキングのためにビームを凸部88内で振ることが考えられる。そのためには、媒体表面でのレーザービームの直径は $30\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。

【0029】また、光磁気記録の場合は、上記光学ヘッドの下面の凸部の回りに磁界変調記録のためのコイル91があることが好ましい。この場合、凸部88の面積が狭いほどコイル91を小さくできるため、高速変調が可能となり、記録密度や転送レートが向上する。

【0030】図4に本発明の光記録媒体の一実施態様の部分断面図を示す。基板41上に反射層42、記録層43、誘電体層44、透明樹脂保護層45および液体潤滑層46が積層されている。

【0031】基板41としては、機械特性などの媒体基板としての特性を満たすものであれば特に限定されず、ガラス、ポリカーボネート、アモルファスポリオレフィン、エンジニアリングプラスチック等を用いることができる。

【0032】基板41には、グループおよびランドを設けることができる。従来、グループは、光学ヘッドのトラッキングのためにのみ存在し、情報の記録再生は、記録領域であるランドで行われていたが、記録密度の高密度化の要求に伴って、このグループも情報の記録再生に関与するようになってきた。本発明の表面再生型光記録媒体では、上述のような従来と同様のランド記録方式の他に、グループに情報を記録するグループ記録方式やランドおよびグループの両方に情報を記録するランド/グループ記録方式にも適応可能である。

【0033】グループ記録方式の場合、ランドの幅より広いグループを形成した基板を用いればよく、ランド/グループ記録方式の場合、半値幅でランドとグループの比(ランド幅/グループ幅)が0.5~1.5であることが好ましく、さらに好ましくは、0.8~1.1である。

【0034】基板上のグループの深さ d_g は、光学ヘッドからの光の波長を λ 、透明樹脂保護層の屈折率を n_{oc}

としたとき、 $\lambda/(14n_{oc}) \leq d_g \leq \lambda/(5n_{oc})$ であることが好ましい。 d_g が $\lambda/(7n_{oc}) \sim \lambda/(5n_{oc})$ にあるときは、ランドとグループのクロストークを減らすことができ、 $\lambda/(14n_{oc}) \sim \lambda/(7n_{oc})$ にあるときは、ランドとグループでの戻り光の位相が大幅に異なるため、位相を光学系内でランドとグループとを独立に調整することで、クロストークを減らすことができる。

【0035】また、ランドとグループとのピッチが、 $0.7\lambda/\text{NA}$ 以上であればクロストークはあまり大きくならないため、トラッキング可能な限り、グループの深さを浅くして線記録密度を高くすることもできる。

【0036】反射層42は、貴金属、Cu、Alなどの使用レーザー波長で反射率の高い材料が用いられる。反射層は耐久性確保のためにこれらの金属の合金あるいはこれらの金属と他の金属との合金を用いても良い。また、記録層43の膜厚が十分に厚い場合は反射層42はなくてもよい。

【0037】記録層43は、光磁気記録の場合、TbFeCo、TbDyFeCo、NdDyFeCoなど垂直磁気異方性の大きなアモルファス希土類遷移金属膜や、Pt/Coなどの人工格子膜で構成される。記録層43の膜厚は 10nm 以上 200nm 以下が好ましい。記録層が単層の場合、SNRを考慮すると、さらに好ましい記録層43の膜厚は 15nm 以上 40nm 以下である。記録層43は必ずしも単層膜である必要はなく、GdFeCoなどの記録磁界感度を高める層との積層、あるいは磁気超解像の中間層、再生層との積層などでもよい。ここで記録層43には耐食性を高めるためにCr、Ti、Zr、Nb、Taなどの耐食性元素を添加したり、短波長でのカー回転角を高めるために数原子%のNdなどを添加したものであってもよい。

【0038】また、相変化記録の場合、記録層43はGeSbTe、AgInSbTeなど結晶とアモルファスの状態間で光学定数が変化する材料で構成される。記録層43の膜厚は 10nm 以上 40nm 以下が好ましい。

【0039】また、ライトワンス(追記型)の場合、記録層43はシアニン、フタロシアニン、ナフタロシアニンなどの色素膜で構成され、これらはスピンコートなどで形成可能である。

【0040】光磁気記録や相変化記録の場合は、記録層43上にAlN、SiN、GeN、 Ta_2O_5 、ZnS-SiO₂などの透明な誘電体層44を形成することが好ましい。誘電体層44の膜厚は、記録されたマークからの信号出力が増大するような膜厚に設定され、およそ $10 \sim 1000\text{nm}$ の範囲で設定されることが好ましい。誘電体層44の屈折率は大きい方が多重反射による再生信号の増大効果が大きく、また、記録層43との屈折率の差が少なくなるため光を記録層43により導きやすくなるため高い出力が得られる。そのため、SILヘッド

のNAより0.4以上大きいことが好ましく、透明樹脂保護層の屈折率より0.3以上高いことがさらに好ましい。

【0041】多重反射による再生信号の増大効果を強めるためには誘電体層の膜厚を記録層に収束したレーザービームの深さ方向の広がり λ/NA^2 未満とすることがさらに好ましい。

【0042】また、誘電体層の中での光の進行方向が膜面に垂直に近いほど多重反射による再生信号の増大効果が大きく、透明樹脂保護層の屈折率が、1.3~1.9程度であることを考慮すると誘電体層の屈折率 n_d を2.4以上にすることが好ましい。

【0043】このような誘電体層の材料としては、(1) ZnS 、 Nb_2O_5 、 TiO_2 の中から選ばれた一種以上の物質、(2) $(MA)_1(MB)_2O_6$ で表わされる組成の物質で、MAはMg、Ca、Sr、Baの中から選ばれた一種以上の物質で、MBはV、Nb、Taの中から選ばれた一種以上の物質で構成された複酸化物、(3) ペロブスカイト化合物等が好ましい。なお、 $(MA)_1(MB)_2O_6$ で表わされる組成の物質は、MA:MB:O=1:x:y(原子比)としたとき、x、yは必ずしも厳密にx=2、y=6でなくとも良く、概ね $(MA)_1(MB)_2O_6$ で表わされる組成の物質であれば良い。また、ペロブスカイト化合物の場合は、必ずしもペロブスカイト化合物のみで構成される必要はなく、ペロブスカイト化合物を重量比で80%以上含有する材料であれば良い。

【0044】透明樹脂保護層45は、ポリ塩化ビニリデン、ポリクロロスチレン、ポリ安息香酸ビニル、ポリアクリル酸エステル、ポリ酢酸ビニル、ポリジメチルシロキサン、ポリフッ化エチレンなどの透明なポリマーあるいはこれらのコポリマーなどで構成される。これらのポリマーは、各々の材料のモノマーに光重合開始剤やレベリング剤、熱安定剤、その他硬度、粘度などを調整する材料を添加し、スピンコートなどで塗布した後紫外線照射により重合して形成、あるいはポリマーを溶剤で溶かした液をスピンコートして形成、あるいはポリマーシートを接着剤で張り付けて形成することができる。

【0045】これらの材料の中でもアクリル酸エステル誘導体を光重合してなるポリアクリル酸エステルを主体とした材料は硬さ、光重合の速度などの点から特に好ましい。ここでモノマーの官能基の数が多いほど光重合で得られる透明樹脂保護層の硬さが増すが、もろくなることなどを考慮しながら、以下に列記する単官能、2官能、3官能のアクリル酸エステル誘導体の単独あるいは混合物を主成分として用いることが好ましい。

【0046】単官能(メタ)アクリル酸エステル誘導体としては、テトラヒドロフルフリルアクリレート、テトラヒドロフルフリルメタクリレート、2-アクリロイロキシエチル-2-ヒドロキシプロピルфтаレート、2-

メタクリロイロキシエチル-2-ヒドロキシプロピルфтаレート、フェノキシエチルアクリレート、フェノキシエチルメタクリレートなどを例示することができる。

【0047】2官能(メタ)アクリル酸エステル誘導体としては、エチレングリコールジアクリレート、エチレングリコールジメタクリレート、1,3-プロパンジオールジアクリレート、1,3-プロパンジオールジメタクリレート、1,4-ブタンジオールジアクリレート、1,4-ブタンジオールジメタクリレート、1,5-ペンタンジオールジアクリレート、1,5-ペンタンジオールジメタクリレート、1,6-ヘキサジオールジアクリレート、1,6-ヘキサジオールジメタクリレート、1,7-ヘプタンジオールジアクリレート、1,7-ヘプタンジオールジメタクリレート、1,8-オクタンジオールジアクリレート、1,8-オクタンジオールジメタクリレート、1,9-ノナンジオールジアクリレート、1,9-ノナンジオールジメタクリレート、1,10-デカンジオールジアクリレート、1,10-デカンジオールジメタクリレート、平均分子量200~600ノポリエチレングリコールから誘導されるジアクリレートまたはジメタクリレート、ビス(ヒドロキシメチル)-トリシクロ[5.2.1.0^{2,6}]デカンジアクリレート、ビス(ヒドロキシメチル)-トリシクロ[5.2.1.0^{2,6}]デカンジメタクリレート、ビスフェノールAのエチレンオキシド付加物ジアクリレート、ビスフェノールAのエチレンオキシド付加物ジメタクリレート等を例示できる。

【0048】3官能以上の(メタ)アクリル酸エステル誘導体としては、ペンタエリスリトールトリアクリレート、ペンタエリスリトールトリメタクリレート、トリメチロールプロパントリアクリレート、トリメチロールプロパントリメタクリレート、ビス(ヒドロキシメチル)-トリシクロ[5.2.1.0^{2,6}]デカントリアクリレート、ビス(ヒドロキシメチル)-トリシクロ[5.2.1.0^{2,6}]デカントリメタクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサメタクリレート等を例示できる。

【0049】光学ヘッドが安定して浮上するためには、透明樹脂保護層45の表面は硬いほうが好ましく、鉛筆硬度でHB以上であることが好ましい。透明樹脂保護層45の屈折率は、低いほうがビームが大きくなりやすいが、低すぎると高角から入射する光が透明樹脂保護層の内部に到達しなくなるので、NA以上でNA+0.4未満であることが好ましい。

【0050】透明樹脂保護層の硬度を増すために、上記保護層の透明樹脂には無機超微粒子が含まれていることが好ましい。例えば、二酸化珪素や酸化アルミニウムのナノメートルサイズの粉末やゾルゲル材料を上記紫外線で硬化する樹脂材料に添加して用いることができる。光学的な散乱を防ぐため、無機超微粒子の材料は、屈折率

を樹脂にできるだけ近くするか、粒径を $0.05\mu\text{m}$ 以下とし、さらに分散性を高めることが好ましい。

【0051】上記無機超微粒子がITO、 SnO_2 、Sbのような透明導電微粒子であれば、静電気による異物の吸着を抑えることが可能である。

【0052】また、上記無機超微粒子が酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、炭化珪素、酸化ベリリウムまたはダイヤモンドであれば、透明樹脂保護層の放熱性が高まり、異物や欠陥などのレーザーパワーによる異常な昇温を抑制することができる。

【0053】透明樹脂保護層45の膜厚は、 λ/NA^2 以上で媒体表面でのレーザービームの直径が $1.5\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以内となる範囲で設定されることが好ましい。透明樹脂保護層45の膜厚を λ/NA^2 以上とすることで光ビームの透明樹脂保護層45内での干渉を低減できる。

【0054】また、この透明樹脂保護層45を設けることにより、基板上のランドおよびグルーブに起因する光記録媒体表面の凹凸が概ねならされ、ランドおよびグルーブの媒体表面と光学ヘッド下面との距離がほぼ一定となる。ここで、記録領域の透明樹脂保護層の膜厚を Δt としたとき、 $\Delta t \leq \lambda/\text{NA}^2$ とすれば、膜厚分布が焦点深度の範囲内となり、浮上高さをスライダの形状工夫により正確に制御し、媒体の浮上性を良好なものとすることで複雑なフォーカスサーボ機構なしにドライブを構成することが可能となるので好ましい。ここで、膜厚 Δt とは、記録領域内の膜厚の最大値と最小値との差を意味する。

【0055】液体潤滑層46は、パーフロロエーテルやシリコンオイルなどの潤滑剤で構成され、浮上ヘッドを設けたシステムで懸念されるヘッドと媒体の瞬間的な接触に対応できる。液体潤滑層46の膜厚は 0.2nm ～ 5nm が好ましい。

【0056】また、本発明の光記録媒体の表面が、透明樹脂保護層45あるいは後述する整合層が樹脂層により形成されている場合、この樹脂層にフッ素系潤滑剤、またはフッ素系界面活性剤を含ませることによって、媒体表面に潤滑性をもたせてもよい。

【0057】記録層43で概ね λ/NA の大きさにレーザービームを集光させるためには、高角入射光が途中で反射することなく記録層43に到達することが好ましい。ここで高角入射光とは $\text{NA} > 1$ となる角度で入射する光であり、戻り光の瞳面をCCDカメラなどで観察したとき外側の部分であるが、内側部分の明るさと同等レベルであることが好ましい。誘電体層44の膜厚が λ/NA^2 未満で、透明樹脂保護層45の膜厚は λ/NA^2 以上であれば、誘電体層44と透明樹脂保護層45の反射と透明樹脂保護層45とエアギャップでの反射についていずれも小さくすることが好ましい。

【0058】誘電体層44と透明樹脂保護層45が、図

4のように各々単層の場合、このような条件を満たすためには、光学膜厚でそれぞれ概ね $(2m+1)\lambda/4$ 、 $n\lambda/2$ 程度であることが好ましい。ただし、 m と n は0以上の整数である。ここで、透明樹脂保護層45の膜厚が λ/NA^2 より十分厚ければ透明樹脂保護層の上下の光学干渉は少なくなるため透明樹脂保護層の膜厚は必ずしもこの条件を満たす必要はないが、透明樹脂保護層の上下の光学干渉が無視できるようになると、後述のように透明樹脂保護層とエアギャップの界面での反射を減らすように整合層を透明樹脂保護層の上に付加することが好ましい。

【0059】また、記録層43と反射層42の間にAlN、SiN、GeN、 Ta_2O_5 、 ZnS-SiO_2 などで構成された下部誘電体層を設けることによって透明樹脂保護層と誘電体層の界面の反射防止効果が高まる。

【0060】また、誘電体層の屈折率を媒体表面に向かって段階的あるいは連続的に下げることによってさらに低反射となるようにできるので好ましい。誘電体層の屈折率は波長や製造条件によって異なるが、例えばSiONで1.5～1.9、AlNで2.0、SiNで2～2.1、 ZnS-SiO_2 で2.2程度の値が得られ、これらを2層以上あるいは同時スパッタ法で成膜速度を連続的に変化することなどで高角入射光に対して良好な低反射条件を満たす媒体が得られる。段階の最小単位としては、 $\lambda/4$ 程度が好ましいが、適当な屈折率の材料がない場合は、 $\lambda/4$ より薄く、屈折率が異なる層の積層によって代用することが可能である。

【0061】上述の半球SIL、超半球SIL、SIMなどはいずれも屈折率が1.7以上の高屈折率ガラスを用いて作ることが好ましいが、透明樹脂保護層との屈折率の差が生じるため、エアギャップを零にしても反射が起きやすい。また、誘電体層からの反射光が透明樹脂保護層内で可干渉距離を超えて戻る場合は、誘電体層の膜厚や屈折率勾配などの調整を行っても媒体表面からの反射は押さえ切れない。従って、透明樹脂保護層の上にレーザー光に対して光学的な整合をとるための整合層を設けることにより媒体表面での反射を抑制することが好ましい。

【0062】このような整合層の条件としては、整合層の屈折率が NA 以上であり、整合層の最上層から透明樹脂保護層側に向かって屈折率が段階的あるいは連続的に上がることが好ましい。また、整合層の屈折率が NA 以上であり、整合層の最上層から透明樹脂保護層側に向かって、屈折率を段階的あるいは連続的に上げた後、再び段階的あるいは連続的に下げることで、更に反射率が低下するため好ましい。この際、整合層の屈折率が NA 以上の範囲で、整合層と透明樹脂保護層との接する部分の屈折率を透明樹脂保護層の屈折率より下げてもよい。また、反射率をより低減させるために、このような屈折率の上下の変化をさらに繰り返してもよい。段階の

最小単位としては、 $\lambda/4$ 程度が好ましいが、適当な屈折率の材料がない場合は、 $\lambda/4$ より薄く、屈折率が異なる層の積層によって代用することが可能である。

【0063】整合層は、 SiO_2 、 SiON 、 AlN 、 SiN 、 GeN 、 Ta_2O_5 、 ZnS-SiO_2 などの種々の屈折率の誘電体あるいはこれらの積層で構成される。

【0064】整合層の一部または全部を透明な樹脂で構成することもできる。例えば屈折率としては、ポリ塩化ビニリデンで1.63、ポリクロロスチレンで1.61、ポリ安息香酸ビニルで1.57、ポリメタクリル酸メチルで1.49、ポリ酢酸ビニルで1.47、ポリジメチルシロキサンで1.40、ポリフッ化エチレンで1.35程度の値をもつ、これらあるいはこれらのコポリマーを2層以上に組み合わせることで高角入射光に対して良好な低反射条件を満たす媒体が得られる。

【0065】上記整合層の透明樹脂の硬度を増すために、透明樹脂に粒径0.05 μm 以下の無機超微粒子が含まれていることが好ましい。

【0066】このような高角の低反射条件を得るためには、透明樹脂保護層の膜厚分布は最適条件から $\pm 40\text{nm}$ 以下の範囲とすることが好ましいが、整合層を形成し、さらに誘電体層と透明樹脂保護層の界面の反射が十分小さくなるように層構造、屈折率が調整されていれば、透明樹脂保護層の膜厚の許容値はさらに広がる。

【0067】媒体で集光されたレーザービームは、偏光方向の方が、偏光に垂直な方向に比べてわずかに大きくなりやすい。本発明の表面再生型光記録媒体の再生方法として、レーザービームの偏光面をグループに対して垂直とすることで、線記録密度を良好とし、さらにトラック密度に関しては本発明のランド/グループ記録で高めることが可能である。

【0068】また、戻り光の位相がランドとグループ別々に調整可能となった光学システムにより、ランドとグループで独立に位相調整すれば、クロストークが小さく、SNRが高い良好な再生が可能となる。この場合、先に述べたようにグループ深さについて、 $\lambda/(14n_{oc}) \leq d_g \leq \lambda/(7n_{oc})$ を満たすことが好ましい。

【0069】

【実施例】以下、本発明を適用した具体的な実施の形態について説明する。各実施例および比較例で以下のような表面再生型光記録媒体を製造し、レーザー波長 $\lambda=685\text{nm}$ 、 $\text{NA}=1.3$ 、屈折率が2.0のSILヘッドを浮上させて評価した。ここで $\lambda/\text{NA}^2=405\text{nm}$ であった。なお、以下の実施例および比較例における膜厚は、SILヘッドにより測定を行った光記録媒体の記録領域の半径方向における中央付近における膜厚を示す。

【0070】(実施例1)図4に示すような構造の表面再生型光記録媒体を製造した。トラックピッチ0.4 μm

mの案内溝(グループ)の付いたポリカーボネート製の基板41上に $\text{Ag}_{98}\text{Pd}_1\text{Ti}_1$ からなる反射層42をDCスパッタ法で40nmの膜厚に形成した。この上に TbFeCo からなる記録層43をDCスパッタ法で20nmの膜厚に形成した。この上に、屈折率2.1の SiN からなる誘電体層44を Ar と N_2 の混合雰囲気中で Si ターゲットを使用した反応性DCスパッタ法で230nmの膜厚に形成した。

【0071】この上に、テトラヒドロフルフリルアクリレート、1,6-ヘキサンジオールジアクリレート、ペンタエリスリトールトリアクリレートの重量比を1:

1:4としたアクリル酸エステル誘導体の混合物を主体として光重合開始剤、レベリング剤などを添加した紫外線硬化樹脂モノマーをスピコート法で塗布し、紫外線照射により重合させることで屈折率1.5の透明樹脂保護層を形成した。

【0072】この上に、パーフルオロポリエーテル系液体潤滑層46を引き上げ法で2nm塗布して表面再生型光記録媒体を製造した。ここで、透明樹脂保護層45の膜厚は、480、600および940nmの3種類で媒体を製造した。

【0073】これらの媒体では記録再生のレーザー波長 $\lambda=685\text{nm}$ に対して、誘電体層の光学膜厚(実際の膜厚 \times 屈折率)は、0.71 λ 、透明樹脂保護層の光学膜厚は、膜厚480、600、940nmについて各々1.05 λ 、1.31 λ 、2.06 λ であった。また、媒体表面でのレーザービームの直径は透明樹脂保護層の膜厚480、600、940nmについて各々2.0、2.4、3.6 μm であった。

【0074】(比較例1)透明樹脂保護層45の代りに、屈折率2.0のダイヤモンドライクカーボン(DLC)からなる固体潤滑層を Ar と H_2 の混合雰囲気中でCターゲットを使用した反応性RFスパッタ法で20nmの膜厚に形成した他は実施例1と同じ方法で表面再生型光記録媒体を製造した。この媒体の媒体表面でのレーザービームの直径は0.40 μm であった。

【0075】(比較例2)透明樹脂保護層45の膜厚を、250nmとした他は実施例1と同じ方法で表面再生型光記録媒体を製造した。この媒体の透明樹脂保護層の光学膜厚は、0.55 λ 、媒体表面でのレーザービームの直径は1.2 μm であった。

【0076】(実施例2)図5に示すような構造の表面再生型光記録媒体を製造した。本実施例においては、誘電体層の屈折率を媒体表面に向かって段階的に下げる構造とした。

【0077】トラックピッチ0.4 μm の案内溝の付いたポリカーボネート製の基板51上に $\text{Ag}_{98}\text{Pd}_1\text{Ti}_1$ からなる反射層52をDCスパッタ法で40nmの膜厚に形成した。この上に TbFeCo からなる記録層53をDCスパッタ法で20nmの膜厚に形成した。この上

に、屈折率2.1のSiNからなる第1誘電体層54をArとN₂の混合雰囲気中でSiターゲットを使用した反応性DCスパッタ法で75nmの膜厚に形成した。この上に屈折率1.8のSiONからなる第2誘電体層55をArと微量のN₂の混合雰囲気中でSiONターゲットを使用したRFスパッタ法で175nmの膜厚に形成した。

【0078】この上に実施例1で使したのと同様な紫外線硬化樹脂モノマーに、パーフルオロポリエーテルを0.1wt%添加したコート剤をスピコート法で塗布し、紫外線照射により重合させることで屈折率1.5の透明樹脂保護層56を形成して表面再生型光磁気記録媒体を製造した。

【0079】ここで、透明樹脂保護層45の膜厚は、480、940nmの2種類で媒体を製造した。これらの媒体では記録再生のレーザー波長 $\lambda=685\text{nm}$ に対して、第1誘電体層と第2誘電体層を合わせた光学膜厚は 0.69λ 、透明樹脂保護層の光学膜厚は、膜厚480、940nmについて各々1.05 λ 、2.06 λ であった。また、媒体表面でのレーザービームの直径は透明樹脂保護層の膜厚480、980nmについて各々2.2、3.8 μm である。

【0080】(実施例3)図6に示すような構造の表面再生型光記録媒体を製造した。本実施例においては、整合層の屈折率を媒体表面から透明樹脂保護層側に向かって段階的に上げる構造とした。

【0081】トラックピッチ0.4 μm の案内溝の付いたポリカーボネート製の基板61上にAg₉₈Pd₁Ti₁からなる反射層62をDCスパッタ法で40nmの膜厚に形成した。この上にTbFeCoからなる記録層63をDCスパッタ法で20nmの膜厚に形成した。この上に、屈折率2.1のSiNからなる誘電体層64をArとN₂の混合雰囲気中でSiターゲットを使用した反応性DCスパッタ法で230nmの膜厚に形成した。この上に実施例1で使したのと同様な紫外線硬化樹脂モノマーからなるコート剤をスピコート法で塗布し、紫外線照射により重合させることで屈折率1.50のポリメタクリル酸メチルを主体とした透明樹脂保護層65を660nmの膜厚に形成した。その上に同様の方法で屈折率1.61のポリクロロスチレンを主体とした第1整合層66を110nmの膜厚に形成し、その上に屈折率1.45の、フッ素系界面活性剤を0.1wt%含みメタクリル酸メチルとポリジメチルシロキサンを主体とした第2整合層67を170nmの膜厚に形成して表面再生型光記録媒体を製造した。

【0082】この媒体で、誘電体層の光学膜厚は0.71 λ 、透明樹脂保護層の光学膜厚は1.45 λ 、第1と第2整合層の合計の光学膜厚は0.62 λ 、媒体表面でのレーザービームの直径は3.6 μm であった。

【0083】(実施例4)図7に示すような構造の表面

再生型光記録媒体を製造した。トラックピッチ0.4 μm の案内溝の付いたポリカーボネート製の基板71上にAg₉₈Pd₁Ti₁からなる反射層72をDCスパッタ法で40nmの膜厚に形成した。この上に、屈折率2.0のSiAlNからなる下部誘電体層73をArとN₂の混合雰囲気中でSiAlターゲットを使用した反応性DCスパッタ法で40nmの膜厚に形成した。この上にTbFeCoからなる記録層74をDCスパッタ法で20nmの膜厚に形成した。この上に、屈折率2.1のSiNからなる第1誘電体層75をArとN₂の混合雰囲気中でSiターゲットを使用した反応性DCスパッタ法で65nmの膜厚に形成した。

【0084】この上に屈折率1.8のSiONからなる第2誘電体層76をArと微量のN₂の混合雰囲気中でSiONターゲットを使用したRFスパッタ法で190nmの膜厚に形成した。この上に実施例1で使したのと同様な紫外線硬化樹脂モノマーからなるコート剤をスピコート法で塗布し、紫外線照射により重合させることで屈折率1.5のポリメタクリル酸メチルを主体とした透明樹脂保護層77を形成した。ここで、透明樹脂保護層77の膜厚は、600、750、900、1050、1200nmの5種類を製造した。

【0085】透明樹脂保護層77の上に、屈折率2.1のSiNからなる第1整合層78をArとN₂の混合雰囲気中でSiターゲットを使用した反応性DCスパッタ法で80nmの膜厚に形成した。その上に屈折率1.45のSiO₂からなる第2整合層79をSiO₂ターゲットを使用したRFスパッタ法で165nmの膜厚に形成した。この上に、パーフルオロポリエーテル系液体潤滑層80を引き上げ法で2nm塗布して表面再生型光記録媒体を製造した。

【0086】これらの媒体では記録再生のレーザー波長 $\lambda=685\text{nm}$ に対して、第1～第2誘電体層を合わせた光学膜厚は0.70 λ 、透明樹脂保護層77の光学膜厚は、膜厚600、750、900、1050、1200nmについて各々1.31、1.64、1.97、2.30、2.63 λ 、第1～第2整合層を合計した光学膜厚は0.59 λ である。また、媒体表面でのレーザービームの直径は透明樹脂保護層の膜厚600、750、900、1050、1200nmについて各々3.4、3.9、4.4、4.9、5.5 μm であった。

【0087】実施例1～4及び比較例1～2の表面再生型光記録媒体について、線速度10m/sで媒体を回転させて、薄膜面上にレーザー波長685nm、有効開口数1.3のスライダースILヘッドを70nmの高さに浮上させ各々の媒体に対して手動で最適の位置に焦点合わせを行った後、レーザーを周波数84MHzでパルス的に照射して主記録層をキュリー温度以上に暖めながら、SILヘッド上のコイル磁界を21MHzで変調させることでマーク長0.24 μm の2T信号を記録し

た。ここで、磁界の変調幅は $\pm 1300\text{e}$ とした。

【0088】記録後にレーザーパワー 1mW で再生しながら、分解能バンド幅 30kHz で 21MHz でのキャリアとノイズを測定し、このキャリアとノイズの比をCNRとした。また、高角入射光の反射の状態を見るため

に瞳面上にCCDカメラを設置して反射光量を低角入射光と比較した。

【0089】

【表1】

	保護層膜厚 (nm)	高角光反射状態	CNR (dB)	レーザービーム径 (μm)	連続記録可能回数 (回)
実施例1	480	○	44	2.0	20
	600	△	41	2.4	20
	940	○	43	3.6	20
比較例1	なし	○	45	0.4	3
比較例2	250	○	44	1.2	15
実施例2	480	◎	45	2.2	20
	940	◎	44	3.8	20
実施例3	660	◎	45	3.6	20
実施例4	600	◎	46	3.2	20
	750	◎	45	3.7	20
	900	◎	46	4.3	20
	1050	◎	46	4.9	20
	1200	◎	45	5.3	20

浮上性については、いずれの媒体も良好で、透明樹脂保護層を設けた実施例1～4および比較例2と透明樹脂保護層の代りに薄い固体潤滑層とした比較例1で特に差は認められなかった。表1に記録再生特性の測定結果を示す。高角入射光の反射状態に関しては、実施例1で透明樹脂保護層膜厚が 600nm 以外の場合は良好で、特に実施例2のように誘電体層を屈折率の異なる2層以上にしたり、実施例3、4のように透明樹脂保護層の上に整合層を設けることによりさらに良好になる。CNRについては、比較例1、2のように透明樹脂保護層の膜厚が薄いほうが、実施例1より良好ではあるが、実施例2～4のように誘電体層を屈折率の異なる2層以上にしたり、透明樹脂保護層の上に整合層を設けることにより比較例1と同等以上の良好な特性が得られた。

【0090】次に最適記録パワーで5万トラックの連続記録を各試料20回試み、トラッキングがはずれることなく連続試験が完了できた回数を記録した。

【0091】連続記録に関してはレーザービームの直径が $1.5\mu\text{m}$ 以上であれば20回の試験を最後まで続けることができた。

【0092】次に、実施例4で透明樹脂保護層の膜厚が 900nm の媒体に焦点を固定して、透明樹脂保護層の膜厚が 600 、 750 、 900 、 1050 、 1200nm の媒体のCNRを測定した。表2に結果を示す。

【0093】この結果により、記録領域での透明樹脂保護層の膜厚の最大と最小との差(膜厚むら)を λ/NA^2 以内とすることにより、フォーカスサーボなしで記録再生が可能であることが確認された。なお、実施例4の光記録媒体は、いずれもこの条件を満たしていた。

【0094】

【表2】

保護層膜厚 (nm)	CNR (dB)
600	41
750	45
900	46
1050	45
1200	40

(実施例5) 図4に示すような構造の近接場記録用の表面再生型光媒体を製造した。ランドとグルーブの幅の比が $1:1$ 、グルーブ深さ 50nm 、トラックピッチ $0.33\mu\text{m}$ (ランドとグルーブ間のピッチ)のポリカーボネート製の基板41上に $\text{Ag}_{98}\text{Pd}_1\text{Ti}_1$ からなる反射層42をDCスパッタ法で 40nm の膜厚に形成した。この上に TbFeCo からなる記録層43をDCスパッタ法で 20nm の膜厚に形成した。この上に、屈折率 2.1 の SiN からなる誘電体層44を Ar と N_2 の混合雰囲気中で Si ターゲットを使用した反応性DCスパッタ法で 230nm の膜厚に形成した。この上に実施例1で使用したのと同様な紫外線硬化樹脂モノマーからなるコート剤をスピンコート法で塗布し、紫外線照射により重合させることで屈折率 $n_{0c}=1.5$ で膜厚が 480nm の透明樹脂保護層45を形成した。この上に、パーフルオロポリエーテル系液体潤滑層46を引き上げ法で 2nm 塗布して表面再生型光記録媒体を製造した。

【0095】これらの媒体では、記録再生のレーザー波長 $\lambda=685\text{nm}$ に対して、誘電体層の光学膜厚は 0.71λ 、透明樹脂保護層の光学膜厚は、 1.05λ であった。また、基板上でグルーブの深さは $\lambda/(9n_{0c})$ であった。この媒体の媒体表面での基板のランドとグルーブによる段差はAFMによる測定で 20nm 以下であった。また、媒体表面でのレーザービームの直径は $2.0\mu\text{m}$ であった。

【0096】(比較例3) 透明樹脂保護層45の代りに、屈折率2.0のダイヤモンドライクカーボン(DLC)からなる固体潤滑層をArとH₂の混合雰囲気中でCターゲットを使用した反応性RFスパッタ法で20nmの膜厚に形成した他は、実施例5と同じ方法で表面再生型光媒体を製造した。

【0097】この媒体の媒体表面での基板のランドとグループによる段差はAFMによる測定で50nmであった。この媒体の媒体表面でのレーザービームの直径は0.40μmであった。

【0098】(実施例6) 図9に示すような構造の近接場光記録用の表面再生型光記録媒体を製造した。ランドとグループの幅の比が1:1、グループ深さ50nm、トラックピッチ0.33μm(ランドとグループ間のピッチ)のポリカーボネート製の基板101上にAg₉₈Pd₁Ti₁からなる反射層102をDCスパッタ法で40nmの膜厚に形成した。この上にTbFeCoからなる記録層103をDCスパッタ法で20nmの膜厚に形成した。この上に、屈折率2.1のSiNからなる第1誘電体層104をArとN₂の混合雰囲気中でSiターゲットを使用した反応性DCスパッタ法で75nmの膜厚に形成した。この上に屈折率1.8のSiONからなる第2誘電体層105をArと微量のN₂の混合雰囲気中でSiONターゲットを使用したRFスパッタ法で175nmの膜厚に形成した。この上に実施例1で使ったのと同様な紫外線硬化樹脂モノマーからなるコート剤をスピンコート法で塗布し、紫外線照射により重合させることで屈折率1.5で膜厚が480nmの透明樹脂保護層106を形成した。この上に、パーフルオロポリエーテル系液体潤滑層107を引き上げ法で2nm塗布して表面再生型光記録媒体を製造した。

【0099】これらの媒体では、記録再生のレーザー波長λ=685nmに対して、第1誘電体層と第2誘電体層を合わせた光学膜厚は0.69λ、透明樹脂保護層の光学膜厚は、1.05λであった。また、基板上でグループの深さはλ/(9n_{0c})であった。この媒体の媒体表面での基板のランドとグループによる段差はAFMによる測定で20nm以下であった。また、媒体表面でのレーザービームの直径は2.2μmであった。

【0100】(実施例7) 図10に示すような構造の近接場光記録用の表面再生型光記録媒体を製造した。ランドとグループの幅の比が1:1、グループ深さ50nm、トラックピッチ0.33μm(ランドとグループ間のピッチ)のポリカーボネート製の基板111上にAg₉₈Pd₁Ti₁からなる反射層112をDCスパッタ法で40nmの膜厚に形成した。この上にTbFeCoからなる記録層113をDCスパッタ法で20nmの膜厚に形成した。この上に、屈折率2.1のSiNからなる誘電体層114をArとN₂の混合雰囲気中でSiターゲットを使用した反応性DCスパッタ法で230nmの膜

厚に形成した。この上に実施例1で使ったのと同様な紫外線硬化樹脂モノマーからなるコート剤をスピンコート法で塗布し、紫外線照射により重合させることで屈折率1.50のポリメタクリル酸メチルを主体とした透明樹脂保護層115を660nmの膜厚に形成した。その上に同様の方法で屈折率1.61のポリクロロステレンを主体とした第1整合層116を110nmの膜厚に形成し、その上に屈折率1.45の、フッ素系界面活性剤を0.1wt%含みメタクリル酸メチルとポリジメチルシロキサンを主体とした第2整合層117を170nmの膜厚に形成した。この上に、パーフルオロポリエーテル系液体潤滑層118を引き上げ法で2nm塗布して表面再生型光記録媒体を製造した。

【0101】この媒体で、誘電体層の光学膜厚は0.71λ、透明樹脂保護層の光学膜厚は1.45λ、第1と第2整合層の合計の光学膜厚は0.62λであった。また、基板上でグループの深さはλ/(9n_{0c})であった。この媒体の媒体表面での基板のランドとグループによる段差はAFMによる測定で20nm以下であった。媒体表面でのレーザービームの直径は3.6μmであった。

【0102】(実施例8) 図7に示すような構造の近接場光記録用の表面再生型光記録媒体を製造した。ランドとグループの幅の比が1:1、グループ深さ50nm、トラックピッチ0.33μm(ランドとグループ間のピッチ)のポリカーボネート製の基板71上にAg₉₈Pd₁Ti₁からなる反射層72をDCスパッタ法で40nmの膜厚に形成した。この上に、屈折率2.0のSiAlNからなる下部誘電体層73をArとN₂の混合雰囲気中でSiAlターゲットを使用した反応性DCスパッタ法で40nmの膜厚に形成した。この上にTbFeCoからなる記録層74をDCスパッタ法で20nmの膜厚に形成した。この上に、屈折率2.1のSiNからなる第1誘電体層75をArとN₂の混合雰囲気中でSiターゲットを使用した反応性DCスパッタ法で65nmの膜厚に形成した。この上に屈折率1.8のSiONからなる第2誘電体層76をArと微量のN₂の混合雰囲気中でSiONターゲットを使用したRFスパッタ法で190nmの膜厚に形成した。この上に実施例1で使ったのと同様な紫外線硬化樹脂モノマーからなるコート剤をスピンコート法で塗布し、紫外線照射により重合させることで屈折率1.5で膜厚が600、750、900、1050、1200nmの5種類の透明樹脂保護層77を形成した。透明樹脂保護層77の上に、屈折率2.1のSiNからなる第1整合層78をArとN₂の混合雰囲気中でSiターゲットを使用した反応性DCスパッタ法で80nmの膜厚に形成した。その上に屈折率1.45のSiO₂からなる第2整合層79をSiO₂ターゲットを使用したRFスパッタ法で165nmの膜厚に形成した。この上に、パーフルオロポリエーテル系液

体潤滑層80を引き上げ法で2nm塗布して表面再生型光記録媒体を製造した。

【0103】これらの媒体では、記録再生のレーザー波長 $\lambda=685\text{nm}$ に対して、第1～第2誘電体層を合わせた光学膜厚は 0.70λ 、第1～第2整合層を合計した光学膜厚は 0.59λ であった。また、基板上でグルーブの深さは $\lambda/(9n_{0c})$ であった。

【0104】透明樹脂保護層77の光学膜厚は、膜厚600、750、900、1050、1200nmについて、各々、1.31、1.64、1.97、2.30、2.63 λ であり、媒体表面でのレーザービームの直径は、各々、3.4、3.9、4.4、4.9、5.5 μm であった。また、この媒体の媒体表面での基板のランドとグルーブによる段差はAFMによる測定で20nm以下であった。

【0105】(実施例9)ポリカーボネート製の基板71をランドとグルーブの幅の比が1:1、グルーブ深さ75nm、トラックピッチ0.33 μm (ランドとグルーブ間のピッチ)の基板とした他は、実施例8と同様の表面再生型光記録媒体を製造した。基板上でグルーブの深さは $\lambda/(6n_{0c})$ であった。この媒体の媒体表面での基板のランドとグルーブによる段差はAFMによる測定で20nm以下であった。但し、透明樹脂保護層の膜厚は900nmとした。

【0106】(実施例10)ポリカーボネート製の基板71をランドとグルーブの幅の比が1:2、グルーブ深さ60nm、トラックピッチ0.40 μm (グルーブ間のピッチ)のグルーブ記録用の基板とした他は、実施例8と同様の表面再生型光記録媒体を製造した。この媒体の媒体表面での基板のランドとグルーブによる段差はAFMによる測定で20nm以下であった。但し、透明樹脂保護層の膜厚は900nmとした。

【0107】(実施例11)本実施例においては、実施例8の媒体構造に透明樹脂保護層と整合層との界面から媒体表面側に向かって屈折率が段階的に上がる構造を付加した。

【0108】透明樹脂保護層の膜厚を900nmとし、整合層を2層から3層、すなわち、透明樹脂保護層の上に、屈折率1.45の SiO_2 からなる第1整合層(膜厚230nm)、屈折率2.1の SiN からなる第2整合層(膜厚75nm)、および屈折率1.45の SiO_2 からなる第3整合層(膜厚165nm)をこの順に形成した他は、実施例8と同様な方法で表面再生型光記録媒体を製造した。

【0109】これらの媒体では記録再生のレーザー波長 $\lambda=685\text{nm}$ に対して、第1～第2誘電体層を合わせた光学膜厚は 0.70λ 、第1～第3整合層を合計した光学膜厚は、 1.08λ であった。また、基板上でのグルーブの深さは $\lambda/(9n_{0c})$ であった。また、媒体表面でのレーザービームの直径は、5.4 μm であった。

この媒体の媒体表面での基板のランドとグルーブによる段差はAFMによる測定で20nm以下であった。

【0110】実施例5～10及び比較例3の表面再生型光記録媒体について、線速度10m/sで媒体を回転させて、薄膜面上にレーザー波長685nm、有効開口数1.3のスライダースILヘッドを70nmの高さに浮上させ、各々の媒体に対して手動で最適の位置に焦点合わせを行った後、レーザービームの偏光面をグルーブに対して垂直としてレーザーをランドまたはグルーブに沿って周波数84MHzでパルス的に照射して記録層をキュリー温度以上に暖めながら、SILヘッド上のコイル磁界を20MHzで変調させることでマーク長0.25 μm の2T信号を記録した。ここで、磁界の変調幅は $\pm 1300\text{e}$ とした。

【0111】記録後にレーザーパワー1mWで再生しながら(レーザービームの偏光面はグルーブに対して垂直)、分解能バンド幅30kHzで21MHzでのキャリアとノイズを測定し、このキャリアとノイズの比をCNRとした。

【0112】また、両隣接トラックでの21MHzの信号のクロストークを調べた。ここで隣接トラックとは実施例5～9と比較例3については、ランドに記録すれば隣接するグルーブを、グルーブに記録すれば隣接するランドをさし、実施例10についてはグルーブに記録して隣接するグルーブとした。ここで、実施例5～8、比較例3については戻り光の位相をランドとグルーブで独立に位相調整して各々CNRが最も高い位相で再生した。また、実施例9と10では位相を零に固定して測定した。また、グルーブ記録の時の高角入射光の反射の状態を見るために瞳面上にCCDカメラを設置して反射光量を低角入射光と比較した。結果を表3に示す。

【0113】

【表3】

	クロストーク	CNR		高角光反射状態	保護層	記録方式	グループ長さ	トラックピッチ	グループ長さ	記録方式	保護層	高角光反射状態	CNR	クロストーク
		ランド (dB)	グループ (dB)										ランド (dB)	グループ (dB)
実施例 5		44	44	○	460	L/G	50	0.33	50	L/G	460	○	44	-30
比較例 3		45	39	×	なし	L/G	50	0.33	50	L/G	なし	×	45	-20
実施例 6		45	45	○	480	L/G	50	0.33	50	L/G	480	○	45	-32
実施例 7		45	45	○	560	L/G	50	0.33	50	L/G	560	○	45	-31
実施例 8		46	46	○	600	L/G	50	0.33	50	L/G	600	○	46	-33
		47	46	○	750	L/G	50	0.33	50	L/G	750	○	47	-32
		46	47	○	900	L/G	50	0.33	50	L/G	900	○	46	-34
		46	46	○	1050	L/G	50	0.33	50	L/G	1050	○	46	-30
		46	47	○	1200	L/G	50	0.33	50	L/G	1200	○	46	-33
実施例 9		46	45	○	900	L/G	75	0.33	75	L/G	900	○	46	-28
実施例 10		—	45	○	900	G	60	0.4	60	G	900	○	—	-35
実施例 11		47	47	○	900	L/G	50	0.33	50	L/G	900	○	47	-35

グループ記録の時の高角入射光の反射状態に関しては、比較例3以外の場合は良好で、特に実施例6～10のように誘電体層や透明樹脂保護層を屈折率の異なる2層以上にしたり、さらに透明樹脂保護層の上に整合層を設けることによりさらに良好になった。

【0114】グループ記録でのCNRは、比較例3では著しく低いが、実施例5～10では43dB以上の良好な値が得られた。実施例6～10のように誘電体層や透明樹脂保護層を屈折率の異なる2層以上にしたり、さらに透明樹脂保護層の上に整合層を設けることによりさらに良好となった。クロストークについては、比較例3は-20dBと大きな値となったが、実施例5～10ではいずれも-25dB以下の良好な値が得られた。

【0115】次に実施例8で透明樹脂保護層の膜厚が900nmの媒体に焦点を固定して、透明樹脂保護層の膜厚が600、750、900、1050、1200nm

の媒体のCNRを測定した。表4に結果を示す。

【0116】この結果により、記録領域での透明樹脂保護層の膜厚の最大と最小との差（膜厚むら）を λ/NA^2 以内とすることにより、ランド/グループ記録でもフォーカスサーボなしで記録再生が可能であることが確認された。なお、実施例8の光記録媒体は、いずれもこの条件を満たしていた。

【0117】

【表4】

保護層膜厚 (nm)	CNR	
	ランド (dB)	グループ (dB)
600	42	41
750	46	46
900	47	47
1050	46	46
1200	41	41

（実施例12）図4に示すような構造の表面再生型光記録媒体を製造した。トラックピッチ0.4 μ mの案内溝（グループ）の付いたポリカーボネート製の基板41上にAg₉₈Pd₁Ti₁からなる反射層42をDCスパッタ法で40nmの膜厚に形成した。この上にTbFeCoからなる記録層43をDCスパッタ法で20nmの膜厚に形成した。この上に、屈折率2.1のSiNからなる誘電体層44をArとN₂の混合雰囲気中でSiターゲットを使用した反応性DCスパッタ法で230nmの膜厚に形成した。この上に、実施例1と同様の紫外線硬化樹脂モノマーに分散剤を加えて、さらに屈折率2.0のITO超微粒子（平均粒径0.02 μ m）を50wt%添加して十分混合した複合コート剤をスピンコート法で塗布し、紫外線照射により重合させることで屈折率1.65のITO超微粒子分散透明樹脂保護層（膜厚850nm）を形成した。

【0118】この上に、パーフルオロポリエーテル系液体潤滑層46を引き上げ法で2nm塗布して表面再生型光記録媒体を製造した。

【0119】この媒体では記録再生のレーザー波長 λ =685nmに対して、誘電体層の光学膜厚（実際の膜厚×屈折率）は、0.71 λ 、透明樹脂保護層の光学膜厚は、2.06 λ であった。また、媒体表面でのレーザービームの直径は2.6 μ mであった。

【0120】（実施例13）屈折率2.4のZnS-50wt%TiO₂からなる誘電体層44をAr雰囲気中でZnS-TiO₂ターゲットを使用したRFスパッタ法で200nmの膜厚に形成し、その上に屈折率1.5の透明樹脂保護層を940nm形成した以外は実施例1と同様の表面再生型光記録媒体を製造した。

【0121】この媒体では記録再生のレーザー波長 λ =685nmに対して、誘電体層の光学膜厚（実際の膜厚×屈折率）は、0.71 λ 、透明樹脂保護層の光学膜厚は、2.06 λ であった。また、媒体表面でのレーザー

ビームの直径は $3.5\mu\text{m}$ であった。

【0122】(実施例14) 屈折率 2.6 の SrNb_2O_6 からなる誘電体層44を Ar と O_2 の混合雰囲気中で SrNb_2O_6 ターゲットを使用したRFスパッタ法で 185nm の膜厚に形成し、その上に屈折率 1.5 の透明樹脂保護層を 940nm 形成した以外は実施例1と同様の表面再生型光記録媒体を製造した。

【0123】この媒体では記録再生のレーザー波長 $\lambda = 685\text{nm}$ に対して、誘電体層の光学膜厚(実際の膜厚 \times 屈折率)は、 0.71λ 、透明樹脂保護層の光学膜厚は、 2.06λ であった。また、媒体表面でのレーザービームの直径は $3.5\mu\text{m}$ であった。

【0124】実施例12～13の表面再生型光記録媒体について、線速度 10m/s で媒体を回転させて、薄膜面上にレーザー波長 685nm 、有効開口数 1.3 のスライダースILヘッドを 70nm の高さに浮上させ各々の媒体に対して手動で最適の位置に焦点合わせを行った後、レーザーを周波数 84MHz でパルス的に照射して記録層をキュリー温度以上に暖めながら、SILヘッド上のコイル磁界を 21MHz で変調させることでマーク長 $0.24\mu\text{m}$ の2T信号を記録した。ここで、磁界の変調幅は $\pm 1300\text{e}$ とした。

【0125】記録後にレーザーパワー 1mW で再生しながら、分解能バンド幅 30kHz で 21MHz でのキャリアとノイズを測定し、このキャリアとノイズの比をCNRとした。

【0126】CNRは、実施例12～14が各々、 43dB 、 45dB 、 46dB であった。実施例12は実施例1と同等で、実施例13および14は整合層がある実施例3および4の場合に匹敵するCNRが得られた。

【0127】浮上性については、いずれの媒体も良好であった。連続記録に関しては、いずれも20回の試験を最後まで続けることができた。

【0128】次に、実施例1および12～14の表面再生型光記録媒体を帯電防止機能のないケースに入れたところ、実施例12では 0.3kV しか帯電しなかったが、実施例1、13および14は $2\sim 3\text{kV}$ に帯電した。また、実施例1と実施例12～14を表面の鉛筆硬度について比較すると、実施例1ではHであったものが、実施例12～14では3Hが得られており、浮上性や連続記録で特に大きな差はみられなかったものの長期的に考えると、実施例12～14ではヘッドによる媒体の傷発生の確率が低いと考えられる。また、実施例12では帯電しにくいために異物が付着しにくいと考えられる。

【0129】

【発明の効果】本発明によれば、表面に開口率NAが1を超える光学ヘッドをレーザービームの波長 λ に対して $\lambda/4$ 以下の高さで浮上させながらレーザービームにより記録再生を行う表面再生型光記録媒体で、基板上に少

なくとも記録層および屈折率 n_p がNAより大きい透明樹脂保護層を有し、媒体表面でのレーザービームの直径が $1.5\sim 30\mu\text{m}$ とすることにより、長期に渡って安定的な連続記録が可能となる。

【0130】また、レーザービームの直径が $30\mu\text{m}$ 以下であることにより、光学ヘッドの下面に凸部を設けて光学ヘッドと媒体表面の接触を防ぐことができる。また、記録領域の透明樹脂保護層の膜厚 Δt としたとき、 $\Delta t \leq \lambda/NA^2$ とすることによりフォーカスサーボを省略することが可能となる。

【0131】さらに、記録層の上に屈折率がNAより 0.4 以上大きい誘電体層を設け、誘電体層の屈折率を媒体表面に向かって段階的あるいは連続的に下げたり、透明樹脂保護層の上にレーザー光に対して光学的な整合をとるための整合層を設けることにより、高角入射光に対して低反射条件を満たし、レーザービームを良好に収束させ、高いSNRと解像度が得られる。また、誘電体層の屈折率 n_d を 2.4 以上にするによっても高いSNRと解像度が得られる。

【0132】また、保護層の透明樹脂には無機超微粒子が含まれていることにより、透明樹脂保護層の硬度を増し、信頼性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の表面再生型光記録媒体の一実施態様で、SILヘッドが浮上する状態の断面模式図である。

【図2】 従来の表面再生型光記録媒体の一例で、SILヘッドが浮上する状態の断面模式図である。

【図3】 図1の断面図の入射光線の状態の拡大図である。

【図4】 基板/反射層/記録層/誘電体層/透明樹脂保護層/液体潤滑層の構成を有する本発明の光記録媒体の一実施態様の部分断面図である。

【図5】 誘電体層を第1誘電体層と第2誘電体層の2層で構成した本発明の光記録媒体の一実施態様の部分断面図である。

【図6】 媒体表面に第1整合層と第2整合層とを形成した本発明の光記録媒体の一実施態様の部分断面図である。

【図7】 記録層の下に下部誘電体層を有する本発明の光記録媒体の一実施態様の部分断面図である。

【図8】 本発明の表面再生型光記録媒体の一実施態様で、下面に凸部を有するSILヘッドが浮上する状態の断面模式図である。

【図9】 誘電体層を第1誘電体層と第2誘電体層の2層で構成し、媒体最表面に液体潤滑層を形成した本発明の光記録媒体の一実施態様の部分断面図である。

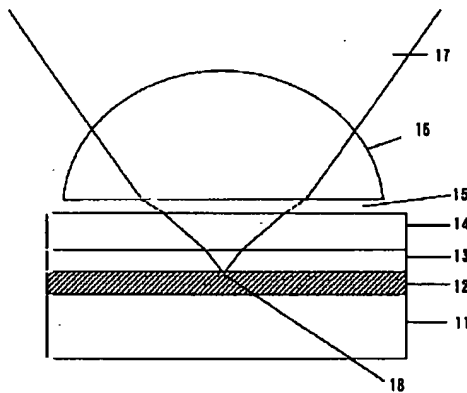
【図10】 整合層を第1整合層と第2整合層の2層で構成し、媒体最表面に液体潤滑層を形成した本発明の光記録媒体の一実施態様の部分断面図である。

【符号の説明】

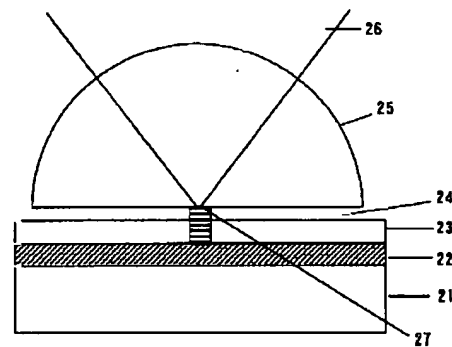
11、21、31、41、51、61、71、81、101、111: 基板
 42、52、62、72、102、112: 反射層
 73: 下部誘電体層
 12、22、32、43、53、63、74、82、103、113: 記録層
 13、23、33、44、64、83、114: 誘電体層
 54、75、104: 第1誘電体層
 55、76、105: 第2誘電体層
 14、34、45、56、65、77、84、106、115: 透明樹脂保護層
 66、78、116: 第1整合層

67、79、117: 第2整合層
 46、57、68、80、107、118: 液体潤滑層
 15、24、85: エアギャップ
 16、25、86: SILヘッド
 17、26、87: レーザービーム (入射光線)
 18、27: 焦点
 36: 誘電体と透明樹脂保護層の界面でのレーザービームの直径 L_1
 37、90: 媒体表面でのレーザービームの直径 L_2
 88: SILヘッド下面の凸部
 89: 凸部の大きさ
 91: コイル

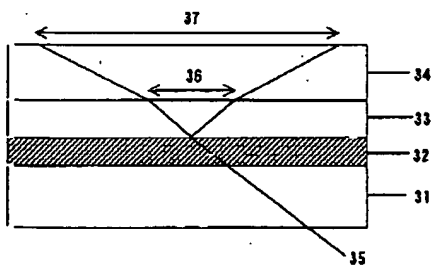
【図1】



【図2】



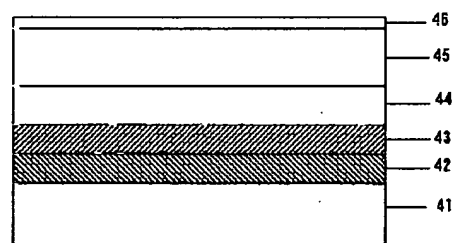
【図3】



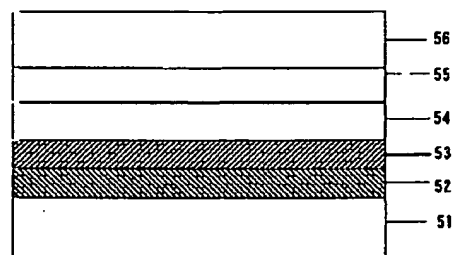
$$36: L_1 = 2d_2 \cdot \tan(\sin^{-1}(NA/n_2))$$

$$37: L_2 = L_1 + 2d_3 \cdot \tan(\sin^{-1}(NA/n_3))$$

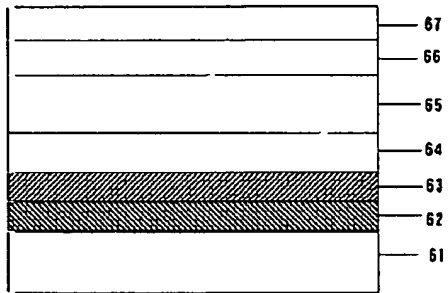
【図4】



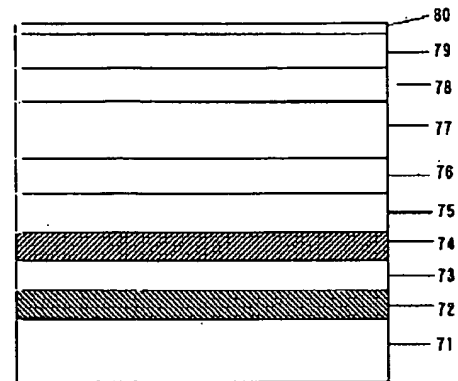
【図5】



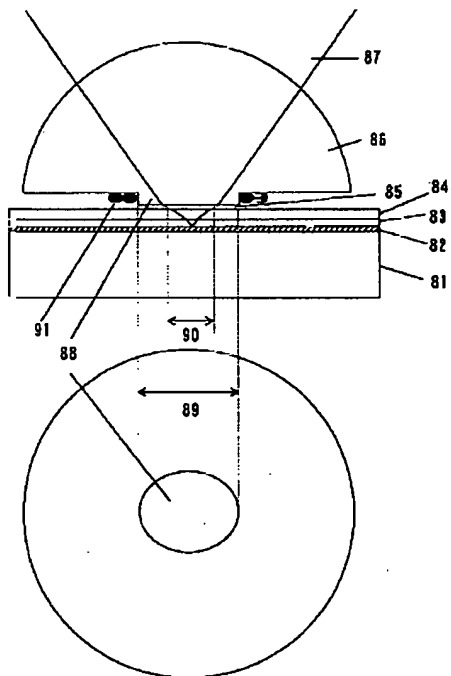
【図6】



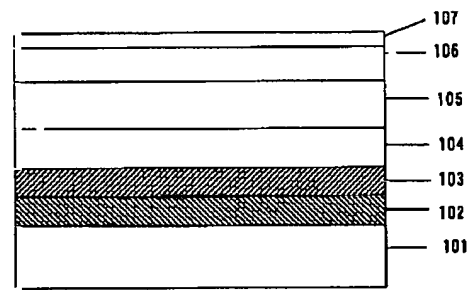
【図7】



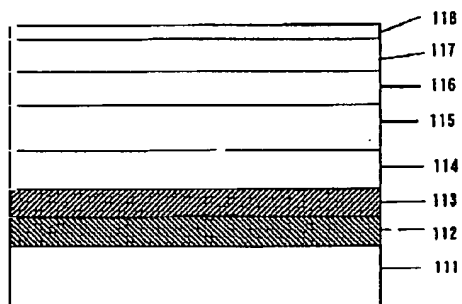
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	(参考)
G 1 1 B 7/24	5 3 4	G 1 1 B 7/24	5 3 4 K
			5 3 4 L
	5 3 5		5 3 5 C
			5 3 5 G
			5 3 5 H
	5 3 8		5 3 8 J
	5 6 1		5 6 1 M
			5 6 1 N
			5 6 1 P
11/105	5 0 1	11/105	5 0 1 Z
	5 2 1		5 2 1 F
	5 3 1		5 3 1 C
			5 3 1 D
			5 3 1 E
			5 3 1 F
			5 3 1 K
			5 3 1 M
			5 3 1 T
	5 6 6		5 6 6 C

F ターム(参考) 5D029 LA05 LA06 LA14 LA15 LB07
 LC06 MA21 WB14 WB17
 5D075 CD10 EE03 FG03 FG04 FG10
 FG18
 5D090 AA01 BB05 BB10 CC01 CC14
 FF11 GG07 KK20
 5D119 AA22 BA01 BB04 BB05 CA06
 EB01